.

European Society of Cardiology (ESC) clinical consensus statement on indications for conduction system pacing, with special contribution of the European Heart Rhythm Association of the ESC and endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society, the Canadian Heart Rhythm Society, the Heart Rhythm Society, and the Latin American Heart Rhythm Society

Dr. Emirhan Hancıoğlu, Dr Özkan Bekler

Dr. Emirhan Hancıoğlu, Dr Özkan Bekler

Çalışmanın Adı: European Society of Cardiology (ESC) clinical consensus statement on indications for conduction system pacing, with special contribution of the European Heart Rhythm Association of the ESC and endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society, the Canadian Heart Rhythm Society, the Heart Rhythm Society, and the Latin American Heart Rhythm Society

Yayınlandığı Kongre: EHRA 2025

Tam Metin Linki: https://academic.oup.com/europace/article/27/4/euaf050/8100402

Giriş

Conduction System Pacing (CSP), sağ ventrikül apikal pacing (RVP) ve biventriküler pacing (BiVP) gibi geleneksel yöntemlere kıyasla daha fizyolojik bir uyarı yayılımı sağlar. Bu yaklaşım, ventrikül kasılma senkronizasyonunu artırır, pacing kaynaklı kardiyomiyopati riskini azaltır ve kalp yetmezliği morbiditesini düşürmeyi amaçlar. 2021 ESC kılavuzunun yayınlanması ile CSP'nin klinik pratikte kullanımı yaygınlaşmaktadır. EHRA 2023'te yayınladığı bildiri ile CSP uygulama tekniğini standartize etmiştir. Son dönemde, konu ilgili yayınların artması ve kanıtların güçlenmesi sonucunda, 2025 EHRA kongresinde CSP endikasyonlarının güncellenmesi ile ilgili bildiri yayınlanmıştır.

Conduction system pacing yöntemleri

CSP, başlıca iki yöntemle uygulanmaktadır: **His demeti pacing (HBP)** ve **sol dal demeti alan pacing (LBBAP)**. Her iki yaklaşım da daha fizyolojik bir ventriküler aktivasyon hedefleyerek klasik sağ ventrikül apikal pacing'in neden olduğu asenkron kasılmaların ve kardiyak disfonksiyonun önüne geçmeyi amaçlamaktadır. Ancak uygulama teknikleri, başarı oranları, komplikasyon profilleri ve uzun dönem sonuçları açısından bu iki yöntemin farklılıkları bulunmaktadır.

HBP, doğrudan His demetinin elektrot ile yakalanması esasına dayanır ve intraventriküler elektriksel senkronizasyonun en iyi şekilde sağlandığı yöntem olarak kabul edilir. HBP'de QRS morfolojisi genellikle intrinsik aktivasyonla birebir örtüşür. Bu teknik, hem selektif (sHBP) hem de non-selektif (nsHBP) olarak uygulanabilir. Selektif His pacing'de yalnızca iletim dokusu aktive edilirken, non-selektif pacing'de hem His demeti hem de çevre miyokard birlikte aktive olur. Klinik sonuçlar açısından bu ayrımın çok belirleyici olmadığı, her iki durumda da sağ ventrikül pacing'e kıyasla anlamlı üstünlük sağlandığı gösterilmiştir. Ancak HBP'nin dezavantajları da vardır. Özellikle yüksek pacing eşikleri, düşük R-dalga amplitüdü, P dalgasının far-field oversensing'i gibi teknik zorluklar sıkça karşılaşılmaktadır. Ayrıca, AV nod ablasyonu sonrası His bölgesine yerleştirilen lead'in fonksiyon kaybı yaşaması olasıdır. HBP'nin uygulama süresi görece uzun olup, başarılı implantasyon için belirli bir öğrenme eğrisi gerektirir. Başarı oranı ortalama %80–88 düzeyindedir ve deneyim arttıkça bu oran artış göstermektedir.

LBBAP, sol dal demeti veya çevresindeki miyokard bölgesine pacing lead'inin derin septal yerleşimi ile uygulanır. Bu yöntem, son yıllarda daha popüler hale gelmiş ve daha düşük pacing eşiği, yüksek R-dalga amplitüdü, kısa implantasyon süresi ve yüksek başarı oranı gibi avantajlar sunmuştur. LBBAP'ta His potansiyelinin net olarak kaydedilmesi genellikle mümkün olmadığından tanı daha çok anatomik yerleşim ve yüzey EKG kriterlerine (örneğin V1'de r' dalgası, V6 RWPT < 80 ms gibi) dayanır. LBBAP sırasında kullanılan pacing, çoğunlukla non-selektif karakterdedir. Bu durum, ventrikül içi senkronizasyon açısından küçük farklılıklar yaratmakla birlikte, klinik sonuçlara anlamlı olumsuz etki yapmamaktadır. LBBAP'ın başarısı genellikle %91–95 düzeyindedir. Ancak özellikle başlangıç seviyesindeki operatörlerde, gerçek bir LBBAP yerine miyokardiyal pacing uygulanması riski bulunmaktadır.

Teknik Karşılaştırma: HBP vs. LBBAP

Her iki yöntemin komplikasyon profili de farklıdır. HBP'de uzun dönem eşik artışı, oversensing, lead instabilitesi gibi riskler varken, LBBAP'ta septal perforasyon, sağ dal bloğu gelişimi, triküspit regürjitasyonu ve lead yerleştirme sırasında septal hematom gibi durumlar daha sık görülmektedir. Ayrıca, LBBAP uygulaması bazı hastalarda triküspit kapak fonksiyonunu olumsuz etkileyebilirken, HBP triküspit kapağı çoğunlukla koruyan bir tekniktir. TAVI veya aort kapak cerrahisi HBP lead fonksiyonunu bozabileceğinden, ciddi aort kapak hastalığı olan hastalarda LBBAP'ın tercih edilmesi önerilmektedir. Yine

infranodal AV bloğu olan veya AV nodal ablasyon ihtiyacı olan hastalarda da LBBAP uygulanması önerilmiştir. HBP'nin ise triküspit kapağın korunması gereken, triküspit kapak cerrahisi veya transkateter onarım öyküsü olan hastalarda tercih edilebileciği belirtilmiştir.

Sonuç olarak, HBP fizyolojik senkronizasyon açısından daha ideal görünse de teknik zorlukları ve eşik problemleri nedeniyle sınırlı merkezlerde uygulanabilmektedir. LBBAP ise daha kolay öğrenilen, hızlı uygulanabilen ve geniş hasta gruplarında kullanılabilen bir teknik olarak ön plana çıkmaktadır. Güncel uzlaşı belgesi, CSP uygulamalarının başarıyla yürütülebilmesi için her iki yöntemin de klinik pratiğe entegre edilmesini ve operatörlerin her iki yöntemde de yetkin olmasını önermektedir.

CSP'nin Klinik Endikasyonları

CSP uygulamaları, hasta özelinde belirlenen klinik endikasyonlara göre şekillenmektedir. CSP'nin iki ana uygulama şekli olan **HBP** ve **LBBAP**, çeşitli klinik senaryolarda farklı avantajlar sunar. ESC/EHRA uzlaşı belgesi, mevcut literatür ve klinik gözlemlere dayanarak, hangi hasta grubunda hangi CSP yönteminin tercih edilmesi gerektiğini açık şekilde tanımlamaktadır.

a) Atrioventriküler (AV) Blok + Sol Ventrikül Ejeksiyon Fraksiyonu (LVEF) > %40
Normal veya hafif bozulmuş sol ventrikül sistolik fonksiyonuna sahip, ancak ileri derecede AV blok nedeniyle pacing gereksinimi olan hastalarda, CSP tercih edilmesi gereken bir yaklaşımdır. Bu hastalarda pacing oranı %20'nin üzerinde bekleniyorsa, RVP yerine CSP tercih edilmelidir. Zira RVP, ventriküler asenkroniye neden olarak zamanla sol ventrikül fonksiyonlarında bozulma ve pacing kaynaklı kardiyomiyopati gelişimine yol açabilir. CSP'nin bu hasta grubundaki üstünlüğü, hem LVEF'yi koruma hem de kalp yetmezliği hastaneye yatışlarını azaltma açısından birçok çalışma ile gösterilmiştir. Bu bağlamda hem HBP hem de LBBAP etkili olabilir, ancak LBBAP daha düşük eşik değerleri ve teknik kolaylık nedeniyle pratikte daha sık tercih edilmektedir.

b) AV Blok + LVEF ≤ %40
Sol ventrikül fonksiyonu ciddi düzeyde bozulmuş hastalarda, geleneksel olarak biventricular cardiac resynchronization therapy önerilmektedir. Bunun nedeni, bu hasta grubunda ventriküler senkronizasyonun sağlanmasının yaşam kalitesi ve mortalite üzerine olan olumlu etkisidir. ESC 2021 pacing kılavuzları, bu hasta grubunda RVP'yi kontrendike olarak belirtirken BiVP'yi birincil tedavi olarak önermektedir. Ancak, son yıllarda yapılan çalışmalar CSP'nin özellikle LBBAP'ın BiVP'ye alternatif olabileceğini göstermektedir. Özellikle dar QRS genişliği olan ve sol dal bloğu bulunmayan hastalarda CSP, daha fizyolojik aktivasyon sağlayarak BiVP ile benzer ya da üstün sonuçlar sunabilir. Ancak bu alanda randomize kontrollü çalışmalar halen sınırlı olduğu için, klinik kararlar merkez tecrübesi ve hasta özelliklerine göre verilmelidir.

c) AV Nodal Ablasyon (AVNA) Sonrası Pacing Gereksinimi
Farmakolojik veya ablasyon tedavilerine yanıtsız, semptomatik ve hızlı iletilen atriyal fibrilasyon (AF) vakalarında AV nod ablasyonu sıkça tercih edilen bir ritim kontrol stratejisidir. Bu durumda hasta tamamen pacing bağımlı hale geleceğinden, seçilecek pacing yönteminin uzun vadede sol ventrikül fonksiyonlarını koruyucu özellikte olması kritik önemdedir. CSP bu hasta grubunda klasik RVP'ye göre belirgin şekilde daha avantajlıdır. HBP, fizyolojik senkronizasyon sağlasa da AV nodun yakınında yerleşim gerekliliği nedeniyle AVNA sonrası lead stabilitesinde sorunlar yaşanabilir. Bu nedenle **LBBAP**, AVNA sonrası pacing gereksinimi olan hastalarda daha güvenilir ve stabil bir seçenektir. Ayrıca LBBAP, teknik olarak AV nod ablasyonunun etkilediği alanlardan uzakta konumlandığından daha düşük pacing eşikleri ve daha uzun pil ömrü sunabilir.

d) CRT'ye Yanıt Vermeyen Hastalarda CSP
Biventriküler pacing ile yeterli klinik ve elektrokardiyografik yanıt alınamayan hastalarda CSP tabanlı yeniden senkronizasyon stratejileri (CSP-CRT) yeni bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Bu grup hastalarda **His-optimized CRT (HOT-CRT)** ya da **left bundle branch pacing-optimized CRT (LOT-CRT)** gibi kombinasyon teknikleri denenmektedir.

Özellikle sol dal bloğu olan ve BiVP ile yeterli LVEF artışı sağlanamayan vakalarda, HBP ve/veya LBBAP ile daha etkin sol ventrikül senkronizasyonu sağlanabilir. Bu yöntemler, hedefe yönelik pacing ile ventrikül içi elektriksel aktivasyonu daha düzgün hale getirerek ventrikül mekanik performansını artırabilir.

Hem HBP hem de LBBAP yöntemlerinde **yüksek teknik yeterlilik** ve **kriterlere uygun uygulama** gerektiren bir alandır. ESC/EHRA uzlaşı belgesi, doğru hasta seçimi kadar, uygulamanın teknik doğruluğunun da klinik etkinlik üzerinde belirleyici olduğunu vurgular. Bu nedenle CSP uygulamalarında **standartlaştırılmış kriterlerin** ve **yeterli eğitim düzeyinin** sağlanması son derece önemlidir.

HBP için Uygulama Kriterleri

His bundle capture (His demetinin gerçekten uyarılması), bu yöntemin temelini oluşturur. Ancak, His'e çok yakın yerleşimli elektrotlar **yalnızca sağ ventrikül septal miyokardını** uyarabilir ve bu da istenen fizyolojik etkiyi oluşturmaz. Bu nedenle uygulamada aşağıdaki kriterler dikkate alınmalıdır:

- **Selektif HBP (sHBP):** Sadece His demeti uyarılır; QRS morfolojisi intrinsik QRS ile aynıdır. QRS genişliği dar kalır ve HV intervali ile ilişkili bir gecikme görülür.
- **Non-selektif HBP (nsHBP):** Hem His demeti hem çevresindeki miyokard aynı anda uyarılır; QRS hafif genişleyebilir, ancak senkronizasyon korunur.
- **Tanı kriteri olarak "QRS morfolojisinde geçiş" kullanılır:** Çıkış voltajı azaltıldığında, selektif HBP'ye veya miyokardiyal pacing'e geçiş gözlemlenebilir. Bu değişim, His demetinin gerçekten yakalandığını kanıtlar.

Yukarıdaki tanısal kriterlerin sağlanamadığı vakalarda, programlanmış stimülasyon veya His ve miyokard refrakter dönemlerindeki farklılıklardan faydalanan ileri teknikler gerekebilir. Kabul edilebilir implantasyon için:

- **Pacing eşiği ≤1.5 V / 0.5 ms**
- **R dalga amplitüdü >2 mV**
- **P dalgası oversensing <0.5 mV** hedeflenmelidir.

HBP'de distal yerleşim, daha düşük eşik ve daha büyük R-dalgaları sağlayabilir. Ayrıca, septal miyokardın da eşzamanlı olarak uyarılması ile non-selektif HBP durumunda bile fizyolojik pacing sağlanabilir.

LBBAP için Uygulama Kriterleri

LBBAP, anatomik hedefleme esasına dayalı bir tekniktir ve His sinyalleri her zaman net olarak kaydedilemez. Bu nedenle uygulama sırasında EKG bulguları ve lokal ventriküler potansiyeller üzerinden değerlendirme yapılır. **Klinik uygulamada LBBAP tanısı için anahtar kriterler şunlardır:**

- **V1 derivasyonunda terminal r′ veya R′ dalgasının görülmesi**
- **V6 RWPT (R dalgası tepe zamanı) <80 ms** olması
- **V6–V1 arası R-dalgası tepe farkı >40 ms**

Bu kriterlerin voltajla geçiş gösterdiği durumlarda, **selektif LBBP** ile **non-selektif LBBP** ayrımı yapılabilir. Ancak bazı durumlarda terminal r′ dalgası V1'de gözlenmeyebilir. Bu durum genellikle: **Anodal capture (bipolar stimülasyon)**, **İleri septal skar varlığı** ve **Yetersiz V1 yerleşimi** gibi teknik nedenlerden kaynaklanabilir. **Sol ventrikül septal pacing (LVSP)** ile LBBAP karıştırılmamalıdır. LVSP'de ileti sistemi uyarılmaz ancak endokardiyal yüzeye yakın miyositlerin yakalanması ile daha senkronize bir kontraksiyon elde edilebilir. Ancak bu durum, ileti sistemi pacing'inin tam fizyolojik avantajlarını sağlamaz.

Eğitim, Sertifikasyon ve Merkez Yeterliliği
EHRA, CSP uygulamasının yalnızca bu konuda eğitim almış ve yeterli deneyime sahip merkezlerde yapılmasını önermektedir. Gerek HBP gerek LBBAP, belirli bir **öğrenme eğrisi** içerir: HBP için başarılı implantasyon oranı %87 seviyesine **yaklaşık 30–40 vaka** sonrasında ulaşmaktadır. LBBAP'da başarı daha erken görülse de, gerçek anlamda LBBP ile derin septal pacing'in ayırt edilmesi zor olduğundan, **50–100 vaka** arası deneyim önerilmektedir. Her iki yöntem de, farklı hasta gruplarında ve klinik senaryolarda avantaj sağlayabileceğinden, CSP merkezlerinin **her iki tekniğe de hâkim olması** gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca, CSP girişimleri başarısız olduğunda, klasik BiV-CRT yöntemlerine geçiş yapılabilecek altyapının bulunması gereklidir. CSP, klinik pratiğe girmesiyle birlikte gerek **implantasyon başarısı**, gerek **uzun dönem klinik sonuçlar** açısından hızla değerlendirilmeye başlanmıştır. ESC/EHRA klinik uzlaşı belgesi, CSP uygulamalarının teknik performanslarını ve karşılaştırmalı klinik çıktıları kapsamlı şekilde sunar.

Komplikasyonlar:
CSP yöntemlerinde genel komplikasyon oranı düşüktür, ancak her iki yönteme özel belirli riskler mevcuttur.
HBP için bildirilen komplikasyonlar: Uzun dönem eşik artışı veya iletim kaybı, Ventriküler undersensing, P dalgası oversensing ve inappropriate pacing , Lead yerinden oynaması (mikrodislokasyon veya makrodislokasyon)
LBBAP için bildirilen komplikasyonlar: Septal perforasyon kalıcı sağ dal bloğu (%6'ya kadar), AV blok (LBBB olan hastalarda), triküspit kapak regürjitasyonu (özellikle bazal lead yerleşiminde %33'e kadar), septal hematom, koroner arter travması veya nadiren fistül ve lead fraktürü (özellikle derin yerleşimli lead'lerde) Özellikle LBBAP uygulamalarında, derin septal yerleşim nedeniyle anatomik varyasyonlara ve yapısal kalp hastalıklarına dikkat edilmelidir.

CSP ve Sağ Ventrikül Pacing (RVP) Karşılaştırması

RVP, uzun süredir kullanılan bir pacing yöntemi olsa da, ventriküler asenkroniye yol açarak sol ventrikül fonksiyonlarını olumsuz etkileyebilir. Buna karşılık, CSP daha fizyolojik bir aktivasyon sağlayarak bu etkileri büyük ölçüde azaltır. LBBAP ve HBP, LVEF'nin korunmasına yardımcı olurken, PICM riskini de belirgin şekilde düşürmektedir. Ayrıca, CSP uygulanan hastalarda RVP'ye kıyasla kalp yetmezliği nedeniyle hastaneye yatış ve mortalite oranları daha düşüktür. Gözlemsel ve küçük ölçekli randomize çalışmalarda, CSP'nin RVP'ye göre daha iyi sol ventrikül fonksiyonu, daha dar QRS süresi ve daha az mekanik dissenkroni sağladığı gösterilmiştir.

CSP vs BiV-CRT

Gelişen pacing tekniklerinin ve ilgili yayınların ilk sonuçlarının destekleyici olması ile CSP- CRT'nin (özellikle LBBAP) konvansiyonel BiV-CRT'ye alternatif olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır. LEVEL- AT çalışmasında, CRT endikasyonu olan hastalarda (optimal medikal tedaviye rağmen LVEF ≤ 35, LBBB, QRS ≥130 ms ve NYHA II–IV KY semptom varlığı), CSP-CRT ile BiV-CRT karşılaştırılmış, ventriküler reverse remodeling ve klinik iyileşme üzerine sonuçlar iki grupta da benzer bulunmuştur. CSP, BiVP endikasyonu olan hastalarda, koroner sinüs lead implantasyonunun başarısız olması halinde, kurtarıcı tedavi olarak önerilmektedir. Ek olarak, BiV- CRT'ye yanıtsız olan hastalar ile düşkün, yaşam beklentisi düşük, küçük cihaz ihtiyacı olan hastalarda biventriküler CRT ye alternatif olarak tercih edilebilir. Bunun ile birlikte non-LBBB olup, CRT ihtiyacı olan hastalarda klinik etkisi halen belirsizdir.

Sonuç
CSP uygulamaları, klasik pacemaker sistemlerinden farklı olarak özel elektrot tasarımları, gelişmiş elektrogram analiz

yazılımları ve RWPT gibi parametreleri değerlendiren entegre sistemler gibi teknolojik yenilikler gerektirir. Görüntüleme destekli implantasyon teknikleri (örneğin 3D haritalama veya intrakardiyak EKO) de gelecekte klinik pratiğe entegre olabilir. EHRA 2024 çekirdek müfredatında CSP'nin uzmanlık eğitimi kapsamında sistematik olarak öğretilmesi önerilmekte, uygulayıcıların her iki teknik (HBP ve LBBAP) için ayrı eğitim modülleriyle en az 30–50 vaka deneyimi edinmeleri teşvik edilmektedir. Merkezlerin hem CSP hem BiVP uygulamaları için uygun altyapıya ve lead çıkarma olanaklarına sahip olması gereklidir. Ayrıca, CSP uygulamalarının başarısı, hasta ile paylaşılan karar alma süreci ve etkin bilgilendirme ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, hastalara tedavi seçenekleri, olası riskler ve cihaz yönetimi açıkça anlatılmalı; takip sürecinde pacing eşikleri, pil ömrü ve lead fonksiyonları düzenli olarak değerlendirilmelidir.